

# A Sustentabilidade nas Cidades na Perspectiva do Edifício Verde

**Cristiane Silveira de Lacerda**

Universidade Federal de Minas Gerais – Brasil

[lacerda\\_cristiane@hotmail.com](mailto:lacerda_cristiane@hotmail.com)

**Eleonora Sad de Assis**

Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil

[elsad@ufmg.br](mailto:elsad@ufmg.br)

## ABSTRACT

*The purpose of this article is to present the role that the green or environmentally certified building can play in face of sustainability challenges in cities. It borrows the term "urban acupuncture" from urban planner Jaime Lerner in order to demonstrate the role of the green building, its limitations encompassed by the non-public business context, and its performance peculiarities unknown by the still poorly consolidated experiences of constructive sustainability certifications in Brazil and the world. The research first outlines the evolution scenario in the creation of sustainability indicators in cities. Second, the frameworks for sustainable neighborhoods are presented. And finally, the requirements for buildings certification most commonly applied in Brazil are discussed. The method aims to present the demands of sustainability, and the certification criteria of cities and neighborhoods, and confront them with the role that sustainability buildings certification can fulfill. Imported solutions without local reality adaptation, means artificialize the method. Nature takes its course and needs to pool health, education, mobility and safety priorities in synergy with resources scarcity. For complex issues in dynamic environments, definite conclusions point to the shortest path to error. In general terms, results can be achieved with society mobilization, creativity and use of local qualities and characteristics. The green building in this case may be the incentive to a first step towards the desired urban acupuncture.*

**Keywords:** Sustainable Cities; Sustainable Buildings; Green Buildings; LEED Certification.

## 1. INTRODUÇÃO

O desafio da sustentabilidade se apresenta mais premente nas cidades por congregarem 54% da população mundial, podendo chegar a 66% em 2050 (UNRIC, 2018). Ruído, poluição, ilhas de calor, mobilidade urbana, demanda energética e hídrica são alguns dos temas circundantes. Caminhos alternativos surgem para lidar com os problemas, um deles aponta para as certificações de sustentabilidade construtivas com a proposição de edifícios e bairros sustentáveis.

A contribuição de um edifício sustentável, no contexto da cidade imersa em ambiente caótico, pode ser pouco relevante. A sustentabilidade nas cidades passa por questões abrangentes e complexas como preservação ecológica e do patrimônio histórico, saneamento público e despoluição de rios, no microcrédito para urbanização de favelas e geração de emprego e renda, e no acesso a água limpa e eletricidade. Temas como cidades inclusivas, resilientes, eficientes e sustentáveis vão, portanto, muito além da perspectiva do edifício e seu papel na melhoria da qualidade de vida dos usuários da cidade.

O arcabouço de desafios nas cidades é, portanto, maior se comparado à questão do edifício. A construção do edifício sustentável ou sem os requisitos de sustentabilidade pode levar de dois a quatro anos. Entretanto, sua vida útil tende a ultrapassar os 50 anos. Existência que irá necessariamente permear as cidades. A questão a se verificar é se os edifícios ‘verdes’ ou com certificados de sustentabilidade podem contribuir e inspirar as cidades a serem mais sustentáveis.

Gonçalves (2015) salienta que ainda falta conhecimento sobre os benefícios ambientais, sociais e econômicos atrelados à produtividade e à imagem do edifício de melhor qualidade para o ocupante e desempenho ambiental com vantagens da economia de energia, e isso apresenta risco de falsas expectativas.

Refletir a cidade na perspectiva do edifício verde pode ser uma pequena “acupuntura urbana”, termo criado pelo arquiteto e urbanista Jaime Lerner (2011), onde, não tendo como tratar da cidade em sua totalidade, trata-se dos pontos mais neofrágicos ou degradados para a recuperação do entorno e maior saúde da região, em benefício também da cidade. Hall (2016) descreve esse termo cunhado por Lerner como atuações em escala reduzida, que demandam pouco recurso, estas acabam por transformar a região, o que contribui para a valorização da imagem da cidade e para a solução de problemas.

O presente artigo tem por objetivo apresentar o papel que o edifício verde ou ambientalmente certificado pode cumprir diante dos desafios de sustentabilidade nas cidades. Toma de empréstimo, para isso, o termo “acupuntura urbana” do urbanista Jaime Lerner a fim de demonstrar o papel do edifício verde, suas limitações abarcadas pelo contexto empresarial, não público, e suas peculiaridades de desempenho desconhecidas pelas experiências ainda pouco consolidadas das certificações de sustentabilidade construtiva no Brasil e no mundo.

## 2. MÉTODO

A pesquisa traça primeiramente o cenário de evolução na criação de indicadores de sustentabilidade nas cidades. Em um segundo momento, os referenciais elaborados para os bairros sustentáveis são apresentados. E por fim, os requisitos para a certificação de edifícios mais comumente aplicados no Brasil são discutidos. O método visa apresentar as demandas de sustentabilidade, e os critérios de certificação das cidades e bairros, e confrontá-los com o papel que a certificação de sustentabilidade dos edifícios pode cumprir.

## 3. REVISÃO

### 3.1 Indicadores de sustentabilidade e a certificação de cidades, bairros e comunidades

A criação de um indexador que mede o desenvolvimento em uma perspectiva que valoriza a felicidade foi resultado das reflexões de sustentabilidade no Butão. O país, localizado no sul da Ásia, no extremo leste dos Himalaias, criou o GNH - *Gross National Happiness* - ou FIB, índice que mede a felicidade interna bruta. Os indicadores se estruturam em quatro pilares: (1) desenvolvimento socioeconômico sustentável e equitativo; (2) conservação ambiental; (3) preservação e promoção da cultura; e (4) boa governança. Essas quatro áreas estratégicas são ainda articuladas em nove domínios:

(1) bem-estar psicológico, (2) saúde, (3) uso do tempo, (4) educação equitativa, (5) diversidade cultural e resiliência, (6) boa governança, (7) vitalidade comunitária, (8) resiliência ecológica e (9) padrão de vida digno. Todos com mesmo peso, formando a base do conceito FIB (URA *et al.*, 2012).

A identificação de altos índices de felicidade ligados à satisfação e ao bem estar, onde o ser humano se sustenta feliz com o seu entorno, com o que vê com o que sente e com o que consegue realizar, requer um exame aprofundado das experiências físicas, psicológicas, sociais e culturais do espaço e podem levar, segundo Heerwagen e Zagreus (2005, p. 25), aos necessários “fundamentos para o desenvolvimento de uma arquitetura positiva e sustentável que é boa para as pessoas assim como para o ambiente”.

A criação de um referencial de sustentabilidade para bairros sustentáveis, LEED-ND (*Leadership in Energy and Environmental Design* – liderança em energia e projeto ambiental *Neighborhood Development* - desenvolvimento de vizinhança), foi pela primeira vez objeto de programa de certificação pelo Conselho de Construção Sustentável dos Estados Unidos (USGBC – *United States Green Building Council*) em 2007. O referencial foi resultado da colaboração do USGBC com o Congresso para o Novo Urbanismo (CNU – *Congress for the New Urbanism*) – uma organização não governamental com sede em Washington, D.C. e com o Conselho de Defesa dos Recursos Naturais (NRDC – *Natural Resource Defense Council*) – organização de proteção ambiental, com sede em Nova Iorque, fundada em 1970.

O sistema de certificação LEED-ND, segundo Aranoff *et al.* (2013), avalia a sustentabilidade do bairro em cinco aspectos: (1) localização inteligente e conectividade, (2) padrão e design da vizinhança, (3) infraestrutura verde e construção, (4) processo de inovação e design e (5) prioridade regional. Segundo Aranoff *et al.* (2013), o referencial propõe a criação de centralidades de uso misto, com uma forma urbana sustentável que ofereça: um espaço público seguro, convidativo e vibrante; ruas tranquilas; e conexões para áreas adjacentes. Os autores explicam que o intuito é gerar um projeto que promova a integração dos ambientes naturais e construídos, a segurança e o conforto, fácil acesso aos serviços e à mobilidade no trânsito, e que seja ainda capaz de influenciar as percepções dos residentes sobre habitabilidade e senso de comunidade.

Em 2015, oito anos após o lançamento do LEED ND, a ONU (2018) lançou os ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, dentro da Agenda 2030 que afirmou a urgência de colocar o mundo em um caminho sustentável por meio de medidas ousadas e transformadoras. Cidades e comunidades sustentáveis, tema do ODS 11, tem por meta “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis até 2030”.

Os edifícios sustentáveis e suas estratégias permeiam os ODS 11 nos seguintes pontos: (a) disponibilidade eficiente de água: reabilitação das áreas verdes urbanas, controle de água de inundações; (b) disponibilidade eficiente de energia com incentivo a medidas de eficiência energética e fontes de energia renovável; (c) qualidade de vida para o usuário por meio da saúde ocupacional e segurança; (d) seleção de fornecedores locais, ambientalmente e legalmente habilitados; e (e) redução das emissões com um programa de mobilidade urbana, gestão de resíduos e incentivo para que novas construções civis sigam padrões sustentáveis.

Em 2017 surge a norma brasileira para bairros sustentáveis, NBR ISO 37.120:2017 – “Desenvolvimento sustentável de comunidades: indicadores para serviços urbanos e qualidade de

vida”, uma tradução para o português da norma internacional ISO 37.120 de 2014. A tradução segue a tendência de adoção de documentos técnicos internacionais já disseminados e experienciados em outras partes do mundo, pelo compartilhamento dos desafios e necessidades comuns.

### 3.2 As certificações de sustentabilidade para os edifícios

Os referenciais de sustentabilidade para os edifícios surgiram antes das metodologias aplicáveis às cidades surgiram. No mercado brasileiro ganharam destaque as certificações AQUA-HQE – Alta Qualidade Ambiental, desenvolvida em 2007, pela Fundação Vanzolini (2018), uma adaptação para o Brasil do HQE (*Haute Qualité Environnementale des bâtiments*) francês; e a certificação norte americana LEED criada em 1998 pelo USGBC.

A certificação AQUA-HQE foi o primeiro sistema brasileiro de certificação ambiental de edifícios para o setor da construção civil. O referencial é estruturado em 14 categorias consideradas conjuntos de preocupações, que se reúnem em quatro famílias: eco-construção, eco-gestão, conforto e saúde. Tais categorias representam os desafios ambientais de um empreendimento novo ou reabilitado.

A certificação LEED elaborada de forma que suas diretrizes pudessem ser viáveis globalmente, está hoje presente em 165 países com 94.000 empreendimentos certificados ou buscando a certificação conforme dados do USGBC (2018). O referencial avalia os empreendimentos com base em pré-requisitos e créditos estabelecendo estratégias, em sete disciplinas: localização sustentável (SS), eficiência hídrica (WE), energia e atmosfera (EA), materiais e recursos (MR), qualidade ambiental interna (IEQ), inovação em projeto (ID) e prioridades regionais (RP).

### 3.3 A obrigatoriedade e o incentivo da certificação de edifícios nas cidades

Entendendo o papel dos edifícios na composição de bairros e cidades sustentáveis, um número crescente de governos nos Estados Unidos tem exigido a certificação LEED para edifícios públicos. Cassidy (2006) explica que a cidade de Albuquerque no Novo México exige a certificação LEED nível prata para projetos do setor privado que usem mais de 50 kW de eletricidade. Em Boston e no Distrito de Colúmbia a certificação LEED é necessária para todos os projetos acima de 4.645 m<sup>2</sup>. Em Portland no Oregon a certificação LEED nível prata é requerida para todos os empreendimentos com mais de 929 m<sup>2</sup> que recebem financiamento público. Já em Pleasanton na Califórnia as diretrizes LEED devem ser adotadas para projetos acima de 1.858 m<sup>2</sup>; Em Los Angeles também no estado da Califórnia, todos os projetos de construção com financiamento da cidade precisam ser certificados.

A cidade de Chicago, de acordo com Daley e Johnston (2008), criou um processo acelerado de autorização de construção para os empreendedores que adotam práticas construtivas sustentáveis que tornam os espaços urbanos ambientalmente amigáveis. O processo de aprovação para a construção verde leva menos de 30 dias e exclui a cobrança de algumas taxas de instituições públicas e privadas.

Por outro lado, estudo conduzido com edifícios na cidade de Nova Iorque por Scofield (2013) não identificou evidências nos dados coletados de 953 edifícios, sendo dentre esses 21 certificados, que a certificação LEED, exceto no nível Ouro, estivesse levando a cidade para sua meta de neutralidade de carbono. O autor explica que alguns edifícios com certificação LEED exibem economias de energia significativas, enquanto outros não.

A adoção de metas para a redução de 15% no consumo de energia pelo setor da construção recebeu especial atenção no Japão, graças à sua alta representatividade no contexto urbano. Balaban e Oliveira (2017) explicam que os eventos que causaram escassez de energia, como o acidente na usina nuclear de Fukushima e o tsunami em 2011 aumentaram as preocupações com o consumo de energia.

Tóquio e Yokohama desenvolveram políticas inovadoras para o desenvolvimento urbano e a gestão ambiental. Balaban e Oliveira (2017) relatam que em Tóquio o programa de construções sustentáveis Tokyo GB foca nos novos edifícios com área superior a 5.000 m<sup>2</sup>, onde um Plano de Construção Ambiental deve ser apresentado e estará sujeito à avaliação com o propósito do incentivo à concepção de um design ambientalmente amigável.

Neste sentido, a cidade de Yokohama exige a certificação CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Built Environmental Efficiency* - Sistema de Avaliação Abrangente para Eficiência Ambiental Construída), uma certificação voluntária e não regulatória desenvolvida pelo departamento de construções sustentáveis do Japão, para as construções que excedam os 2.000 m<sup>2</sup>.

## 4. DISCUSSÕES

### 4.1 Os benefícios dos edifícios verdes ou certificados

Os edifícios contribuem para a sustentabilidade quando construtores e incorporadores congregam o paisagismo nos empreendimentos, defendem Daley e Johnston (2008). As paisagens se prestam a funções estéticas e ambientais, que incluem o manejo de águas pluviais, a melhoria do habitat e a redução das ilhas de calor, a diminuição das temperaturas, e a redução da quantidade de energia necessária para resfriar os edifícios, fatores esses que melhoram a qualidade de vida dos ocupantes e das cidades. Além destas, o tratamento das estratégias de transporte que sustentam os edifícios certificados como o incentivo às caminhadas a pé, a mobilidade por bicicleta, além do acesso ao transporte público, são também partes importantes da infraestrutura verde da cidade.

O edifício sustentável se comparado ao edifício que não contempla estratégias de sustentabilidade se propõe a cumprir, entretanto, um papel na mitigação de alguns impactos na cidade edificada, tais como: redução nas demandas energética e hídrica, geração de energia de fontes renováveis, gestão de águas pluviais, gestão ambiental dos resíduos de construção e operação, podendo apresentar menor impacto durante a sua vida útil.

Balaban e Oliveira (2017) realizaram pesquisa onde destacam as oportunidades e as barreiras para promover edifícios sustentáveis ou verdes como parte da infraestrutura ecológica urbana para cidades mais saudáveis. Os autores apresentam uma abordagem de co-benefícios na avaliação do desempenho dos edifícios e demonstraram os retornos para as cidades em economia de energia, por meio de estratégias de design e tecnologias integradas avançadas para reduzir o consumo de energia e recursos, retornos econômicos, segurança de recursos e melhores condições de vida e conforto.

Se existe uma ligação entre a saúde humana e os edifícios urbanos, os edifícios de escritórios, segundo Balaban e Oliveira (2017), estão entre os locais mais apropriados para se focar. Sendo este o motivo de vários estudos focados em edifícios de escritórios. As tecnologias aplicadas para uma construção mais sustentável permitem aos ocupantes, conforme os autores, maiores benefícios para a

saúde que incluem: (a) melhor qualidade do ar interno, (b) mais iluminação natural em ambientes fechados, (c) melhor qualidade do ar ambiente e (d) melhor conforto térmico. Os autores os definem como resultados inevitáveis, apesar da dificuldade de quantificação devido à sua natureza ou falta de dados.

As edificações podem ser vistas como organismos compostos por sistemas interatuantes e inter-relacionados com as cidades. Relacionando os benefícios do projeto integrado sustentável diretamente com seus objetivos de diminuição da produção de resíduos, economia de energia e redução dos custos operacionais, e na criação de um ambiente saudável para as pessoas.

Beel et al. (1990) entendem como relevante considerar que a interpretação de qualidade e bem estar de um ambiente construído não está desvinculada das questões vivenciais e emocionais dos ocupantes dos edifícios e das cidades. Isto implica no fato de que o arcabouço da modalidade humana possui registros sensoriais de memórias, sentimentos, afeições, repulsas, interpretações e avaliações, onde metas e valores individuais, significados e influências socioculturais são trazidos à experiência da percepção.

A compreensão dos comportamentos e das teorias das construções pode contribuir para um entendimento das relações de causa e efeito. Os estudos de comportamento e ambiente apresentam oportunidades para a melhor gestão dos espaços, onde o projeto do edifício deverá contemplar o conhecimento dos comportamentos humanos, da psicologia humana, e sobre como se dá a interação com o ambiente natural e construído, e com a cidade em que se insere.

#### 4.2 Os desafios dos edifícios verdes ou certificados

A carência de maturidade do mercado necessita de informação esclarecedora e estruturada, dinâmica e contínua, a fim de que compradores possam compreender a máscara que muitas vezes oculta a baixa qualidade do produto. Neste sentido, Deuble e Dear (2012, p. 26) apresentam a ideia de que “edifícios ‘verdes’ funcionam melhor com ocupantes ‘verdes’”. Percepção compartilhada pelos autores Gou *et al.* (2013, p. 159).

O desempenho efetivo no contexto futuro da economia de baixo carbono carece, portanto, de acordo com Cole (2008), de uma mudança no conceito do ocupante como um receptor passivo, para um usuário ativo que possa intervir no ambiente de forma a atingir os níveis de conforto e satisfação esperados.

O foco nos parâmetros ambientais por meio da integração e sensibilidade ao clima externo, nos mais diferentes e difíceis contextos climáticos, no acesso ao sol, aproveitamento de luz natural, no acesso às vistas e ar fresco, são fatores que irão elencar uma arquitetura autêntica, defende a autora. Para Gonçalves (2015) o edifício ambiental em sua essência deve contemplar um processo de projeto com foco na qualidade, integrando arquitetura e tecnologia tendo o desempenho como resultado da alta qualidade empregada e não o contrário.

Gonçalves (2015) explica que muitos edifícios aclamados como verdes não alcançaram o desempenho prometido. A principal razão é que o projeto é capaz de apresentar apenas as tendências, mas o desempenho ambiental e energético só se confirma na fase posterior ao projeto, construção e a eficiência prescrita dos sistemas, na etapa de uso e ocupação, podendo variar bastante conforme o

perfil dos ocupantes e suas atividades, hábitos, necessidades e preferências. A autora lamenta ainda o acesso restrito a informação sobre o desempenho operacional dos edifícios.

A sustentabilidade nos referenciais LEED e AQUA-HQE é contemplada como uma disciplina matricial que tangencia todas as outras, visando à melhoria da qualidade dos projetos e seu desempenho construtivo e operacional. As metodologias focam em temas como a qualidade do ar, na gestão de resíduos com disposição e destinação correta em todas as fases; na seleção de materiais abaixo dos limites de emissões de COVs – compostos orgânicos voláteis, rapidamente renováveis, com componentes reciclados, e ainda produzidos regionalmente. A eficiência hídrica, outro importante aspecto, abarca estratégias que visam o aumento da permeabilidade do solo, a captação e utilização da água de chuva, a retenção de águas de tempestade, o paisagismo adaptado ao clima com baixa demanda de irrigação, irrigação, louças e dispositivos eficientes. Na centralidade das certificações está a eficiência energética, que avalia a qualidade da envoltória, a iluminação e ventilação natural, lâmpadas e sistemas eficientes, geração de energia limpa, dentre outras.

Neste sentido, Botton (2007, p. 20) explica que a arquitetura pode apresentar mensagens morais, sugerindo-as, não podendo, entretanto, impô-las. “Ela nos convida e não ordena, a seguir o seu exemplo e não é capaz de impedir a violência contra si mesma”. O autor (2007, p. 25) reconhece que edifícios “não são capazes de solucionar mais do que uma fração de nossas insatisfações ou de impedir o mal de se manifestar diante do seu olhar atento”. Na perspectiva do autor a boa arquitetura se manifesta como pequenos momentos de poesia.

O Anexo A da norma NBR ISO 37.120:2017 apresenta estratégias para a sustentabilidade das comunidades, a tabela 1 elenca algumas que podem se atendidas pelos referenciais técnicos das certificações de sustentabilidade construtiva LEED e AQUA-HQE no campo restrito do edifício.

**Tabela 1.** NBR ISO 37.120:2017 - Anexo A - extrato da norma dos itens contemplados nos referenciais técnicos das certificações de sustentabilidade construtiva LEED e AQUA-HQE.

ENERGIA	Indicador essencial	Uso de energia elétrica residencial per capita (kWh/ano)
		Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica
		Consumo de energia de edifícios públicos por ano (kWh/m <sup>2</sup> )
		Porcentagem de energia total proveniente de fontes renováveis, como parte do consumo total de energia da cidade
	Indicador de apoio	Uso total de energia per capita (kWh/ano)
		Número médio de interrupções de energia elétrica por consumo por ano
Duração média das interrupções de energia elétrica (em horas)		
MEIO AMBIENTE	Indicador essencial	Concentração de material particulado fino (PM 2.5)
		Concentração de material particulado (PM 10)
		Emissão de gases de efeito de estufa medida, em toneladas per capita
	Indicador de apoio	Concentração de NO <sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio)
		Concentração de SO <sub>2</sub> (dióxido de enxofre)
		Concentração de O <sub>3</sub> (ozônio)
		Poluição sonora
		Variação percentual em número de espécies nativas
SAÚDE	Indicador essencial	Expectativa média de vida
	Indicador de apoio	Taxa de suicídio por 100.000 habitantes
	Indicador essencial	Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que são reciclados

<b>RESÍDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Indicador de apoio</b>	Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários
		Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos descartados para incineração
		Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos queimados a céu aberto
		Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos dispostos a céu aberto
		Porcentagem dos resíduos sólidos urbanos dispostos por outros meios
		Geração de resíduos perigosos per capita.
<b>TRANS-PORTE</b>	<b>Indicador essencial</b>	Número anual de viagens em transporte público per capita
		Número de automóveis privados per capita
	<b>Indicador de apoio</b>	Passageiros que se deslocam para o trabalho de forma alternativa ao automóvel privado (%)
		Quilômetros de ciclovias e ciclofaixas por 100.000 habitantes
<b>PLANEJAMENTO URBANO</b>	<b>Indicador essencial</b>	Áreas verdes (hectares) por 100.000 habitantes
	<b>Indicador de apoio</b>	Número de árvores plantadas anualmente por 100.000 habitantes
<b>ESGOTOS</b>	<b>Indicador essencial</b>	Porcentagem da população da cidade atendida por sistemas de coleta e afastamento de esgoto
<b>ÁGUA E SANEAMENTO</b>	<b>Indicador essencial</b>	Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável
		Porcentagem da população da cidade com acesso sustentável a uma fonte de água adequada para consumo
		Consumo doméstico total de água per capita (litros por dia)
	<b>Indicador de apoio</b>	Consumo total de água per capita (litros por dia)
		Valor médio anual de horas de interrupção do abastecimento de água por domicílio
		Porcentagem de perdas de água (água não faturada)

Fonte: ABNT (2017, p.73-77) modelo adaptado pelas autoras, 2018.

As metas dos indicadores em sinergia com certificações de sustentabilidade ou verdes demonstram o papel que os edifícios podem cumprir para a sustentabilidade nas cidades. O avanço necessário é que o empreendedor possa ir além das certificações e que por meio de uma avaliação pós-ocupação possa mensurar e confirmar os benefícios propostos.

A literatura não apresenta ainda um consenso sobre estas experiências, desempenhos e resultados. A certificação LEED, tomada como exemplo no presente artigo, teve seu primeiro referencial elaborado para edifícios em 1998 e somente nove anos depois, em 2007 a certificação para bairros foi apresentada ao mercado. O edifício se materializa, portanto, como um microcosmo de ações e responsabilidades ambientais, econômicas e sociais que pode trazer contribuições para os bairros e cidades que se pretendem sustentáveis.

#### 4. COMENTÁRIOS FINAIS

O projeto e a construção sustentáveis que visam à produção de edificações saudáveis e vivas priorizam os sistemas com pegadas ecológicas mínimas, em sinergia com propósitos de eficiência hídrica e energética e benefícios para os ocupantes. Coloca-se, portanto, como uma mudança fundamental em termos de pensamentos, escolhas e ações. A busca por sistemas mais saudáveis, duradouros, eficazes, regenerativos e com menos impacto integrados à edificação, começa a fazer sentido à luz de um novo cenário que deverá se integrar ao propósito de cidades sustentáveis.

O edifício sustentável possui, portanto, algumas classes de desafios quando se trata de sustentabilidade para o empreendimento e para as cidades: ser autossuficiente em energia limpa, implantar ciclos fechados em termos de demanda hídrica, permitir operações e manutenções de baixo custo e resultados financeiros para os investidores. E para as pessoas: oferecer ambientes saudáveis, seguros e não tóxicos e, que ao mesmo tempo, possa promover altos níveis de bem-estar como suporte ao desenvolvimento humano.

A abordagem da sustentabilidade nas cidades requer uma visão holística de planejamento que considere todos os fatores que constituem as necessidades econômicas, físicas, emocionais e sociais de uma comunidade e as relacione ao meio ambiente maior, envolvendo temas como energia, água, transporte e tecnologia. A tecnologia sempre foi uma propulsora de melhorias sociais. Os edifícios verdes podem, portanto, representar esse microcosmo e abarcar estes conceitos de forma a inspirar cidades mais sustentáveis.

Diversas cidades tem buscado desenvolver metodologias e sistemas de sustentabilidade, atrelados às estratégias que contemplem não apenas as questões econômicas e ambientais, como também as premissas de qualidade de vida para os ocupantes. Entretanto, soluções importadas sem a adequação à realidade local são a artificialização do método. A natureza segue o seu curso e precisa congrega prioridades sanitárias, educacionais, de mobilidade e segurança em sinergia com os recursos escassos disponíveis. Para temas complexos em ambientes dinâmicos, conclusões definitivas apontam o caminho mais curto para o erro. Em termos gerais, resultados podem ser alcançados com mobilização da sociedade, criatividade e utilização das qualidades e características locais. O edifício verde neste caso pode ser o incentivo a um primeiro passo, a desejada acupuntura urbana.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) e ao PACPS (Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) da Escola de Arquitetura da UFMG. Instituições que contribuíram para o desenvolvimento do presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

ARANOFF, Miriam; CLARK, Hannah; LAVINE, Ethan; SUTEETHORN, Kanokwalee Mam. LEED for neighborhood development: does it capture livability? **Berkeley Planning Journal**, v. 26, p. 150-167, 2013.

BALABAN, Osman; OLIVEIRA, José A. Puppim de. Sustainable buildings for healthier cities: assessing the co-benefits of green buildings in Japan. **Journal of Cleaner Production**, 2016.

BELL, Paul A. FISHER, Jeffrey D. BAUM, Andrew. GREENE, Thomas C. **Environmental psychology**. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers. 3rd. Edition. 1990.

CASSIDY, Robert. Cities should halt 'LEED creep'. **Building Design & Construction**, 1 Dec. 2006, p. 7. Academic OneFile, <http://link.galegroup.com/apps/doc/A156056614/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=cab961d7>. Acessado em 15 de outubro de 2018.

COLE, R. J. Re-contextualizing the notion of comfort. **Building Research and Information**, No.36, p. 323-336, 2008.

DALEY, Richard M.; JOHNSTON, Sadhu. Chicago: building a green city. **8th World Congress - Tall and Green: Typology for a Sustainable Urban Future**. Congress Proceedings. CTBUH, 2008.

DE BOTTON, Alain. **A arquitetura da felicidade**. Tradução de Talita M. Rodrigues. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.

DEUBLE, M. P.; DEAR, R. J. Green occupants for green buildings: the missing link? Elsevier, **Building and Environment**, No. 56, p. 21-27, 2012.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referenciais e documentos**. <https://vanzolini.org.br/aqua/categoria-documentos/informacoes-gerais/>. Acessado em 10 de outubro de 2018.

GONÇALVES, Joana Carla Soares. Introdução. In GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus (organizadores). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

GOU, Z.; PRASAD, D.; LAU, S. S. Are green buildings more satisfactory and comfortable? Elsevier, **Habitat International**, No. 39, p. 156-161, 2013.

HALL, Peter. **Cidades do amanhã: uma história intelectual do planejamento e do projeto urbanos do século XX**. São Paulo: Perspectiva, 2016.

HEERWAGEN, J., ZAGREUS, L. The human factors of sustainable building design: post occupancy evaluation of the Phillip Merrill environmental center. **Center for The Built Environment**. UC Berkley, Annapolis, MD, 2005. Disponível em: [http://www.wbdg.org/human\\_factors\\_cbf.pdf](http://www.wbdg.org/human_factors_cbf.pdf). Acessado em: janeiro de 2006.

LERNER, Jaime. **Acupuntura Urbana**. Rio de Janeiro: Record, 2011.

ONU BR – Nações Unidas do Brasil. **Conheça os novos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU**. <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acessado em 10 de outubro de 2018.

UNRIC. **Relatório da ONU mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050**. <https://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>. Acessado em 16 de outubro de 2018.

URA, Karma; ALKIRE, Sabina; ZANGMO, Tshoki; WANGDI, Karma. **A short guide to gross national happiness index**. The Centre for Bhutan Studies, Thimphu, Bhutan, 2012.

USGBC – United States Green Building Council. **LEED: all buildings in**. Disponível em <https://new.usgbc.org/>. Acessado em 04 de agosto de 2018.

USGBC – United States Green Building Council. **Better buildings are our legacy**. <https://new.usgbc.org/leed>. Acessado em 10 de outubro de 2018.